



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

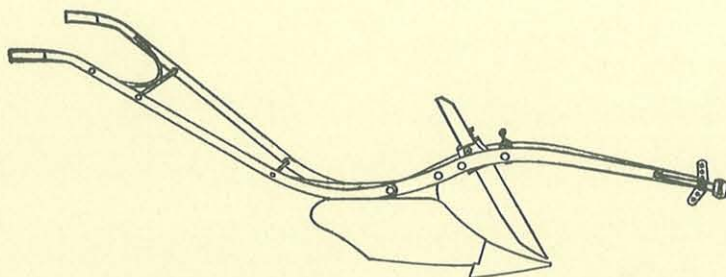
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 54

Ulf Olsson

1978

HARVNINGENS KONSTRUKTION OCH HARV-
NINGENS UTFÖRANDE - INVERKAN PÅ
BEARBETNINGRESULTATET.

*INFLUENCE OF HARROW CONSTRUCTION
AND HARROWING ON THE TILLAGE
RESULT.*

ISBN 91-7088-921-X

UDK:nr 631.312

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
750 07 UPPSALA

Rapporter från jordbearbetningsavdelningen
Nr 54 1978
ISBN 91-7088-921-X

Ulf Olsson:

HARVNINGENS KONSTRUKTION OCH HARVNINGENS UTFÖRANDE - INVERKAN PÅ
BEARBETNINGRESULTATET.

*INFLUENCE OF HARROW CONSTRUCTION AND HARROWING ON THE TILLAGE
RESULT.*

| <u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u> | <u>Sid.</u> |
|---|-------------|
| FÖRORD | 1 |
| I. INVERKAN AV OLIKA PINNSTÄLLNINGAR PÅ PINNTÄTHETER OCH ANTAL BEARBETNINGAR PÅ SÅBÄDDENS UTFORMNING | 1 |
| Inledning | 1 |
| Försöksharven | 1 |
| Metodik | 2 |
| Mätningar och provtagningar | 3 |
| RESULTAT | 4 |
| Markytans råhet före bearbetning | 4 |
| Vingborrsvärde | 5 |
| Bearbetningsdjup | 5 |
| Bearbetningsbottnens ojämhet | 7 |
| Aggregatstorleksfördelning | 8 |
| Korrelationer och regressioner | 9 |
| II. REDSKAPSINSTÄLLNINGENS OCH KÖRTEKNIKENS BETYDELSE FÖR SÅBÄDDENS UTFORMNING | 12 |
| Inledning | 12 |
| Resultat | 14 |
| III. DISKUSSION | 14 |
| Försöksharven | 14 |
| Provtagningsmekanismen | 15 |
| Kommentarer till resultaten | 15 |
| Bearbetningsdjupet | 16 |
| Bearbetningsbottnens ojämhet | 16 |
| Aggregatstorleksfördelningen | 17 |
| Försöksresultatens representativitet | 17 |
| IV. SAMMANFATTNING | 18 |
| SUMMARY | 19 |
| LITTERATUR | 19 |

FÖRORD

Denna rapport kan sägas utgöra en fortsättning på rapporten från jordbearbetningsavdelningen nr 40: "Redskap för såbäddsberedning; arbetssätt och arbetsresultat". Försök som redovisas i föreliggande rapport hänför sig till åren 1974 och 1975, och ingår i projektet "Såbäddsberedning och vårbbruksredskapens arbetssätt". Finansieringen har skett med medel från Statens Råd för Skogs- och Jordbruksforskning.

1. INVERKAN AV OLIKA PINNSTÄLLNINGAR, PINNTÄTHETER OCH ANTAL BEARBETNINGAR PÅ SÅBÄDDENS UTFORMNING.

INLEDNING

Kraven på en god såbädd har diskuterats i tidigare rapporter i denna rapportserie och behandlas därför inte här, se t.ex. Henriksson (1973), Håkansson & von Polgár (1976), Olsson (1975). Frågan behandlas även av Heinonen (1971), som har ytterligare referenser. I rapport nr 40 "Redskap för såbäddsberedning; arbetssätt och arbetsresultat" framkom att det är svårt att påvisa skillnader mellan olika harvar i fråga om bearbetningsbottnens ojämnheter och aggregatstorleksfördelningen. Detta kunde förklaras med att flera detaljer varierar samtidigt på olika redskap. Så kan man t.ex. för att erhålla en tätare pinndelning förse harven med en extra pinnaxel vilket, samtidigt som det gör harven tyngre och längre, även ändrar pinnarnas symmetri, vilket kan påverka tendensen att flera pinnar går i samma pinnspår. Att harvens vikt ökar kan samtidigt innebära att redskapet får en lugnare gång och att sladdplankan p.g.a. redskapets större vikt får en bättre krossningseffekt o.s.v.

För att i möjligaste mån undvika dessa svårigheter och oberoende av varandra kunna variera ramhöjd, pinndelning och pinntyp beslöts att bygga en försöksharv. Harven fick inte vara större än att den kunde köras med en liten traktor, detta för att möjliggöra att hela ekipaget lätt kunde transporteras på en mindre lastbil.

FÖRSÖKSHARVEN

Som utgångspunkt valdes Mads Arnby systemharv. Anledningen till detta var att harven redan i standardutförandet har två möjligheter att reglera bearbetningsdjupet oberoende av varandra; dels genom att ändra ramhöjden dels genom att ändra pinnvinkeln. Dessutom kan sladdplankans höjd och vinkel varieras oberoende av varandra. Harven är i standardutförandet 3-axlad med pinndelningen 10 cm. Harven är utrustad med S-pinnar av vanlig typ men kan även utrustas med C-pinnar. Harven är kopplad till traktorns hydraullyft och den är i viss mån rörlig i förhållande till traktorn i såväl sid- och höjddled. Harvens bakre del är upphängd i två länkar vars längd avpassas så att de är slaka då harven går i arbetsläge. Harven är medburen.

För att få flera inställningsmöjligheter byggdes harven i viss utsträckning om; ramen och medarna förlängdes så mycket att en fjärde pinnaxel kunde monteras in; detta för att få flera pinndelningar (se fig. 1 och bild 1). Tre pinnaxlar gjordes rörliga i sidled

de bägge bakersta dessutom uppfällbara. Detta arrangement gjorde att man genom att dela 20 cm, d.v.s. avståndet mellan pinnarna på främre axeln med 2, 3 resp. 4 lätt kunde få 3 pinndelningar; 10, 6,7 och 5 cm. 10 cm pinndelning erhöles genom att använda 2 pinnaxlar, 6,7 genom att använda 3 pinnaxlar och 5 cm genom att använda 4 pinnaxlar. Pinnaxlarna kunde lätt låsas med sprintar i önskat läge. Harvens inställningsmöjligheter framgår av fig. 2.

METODIK

Avsikten har i första hand varit att få en uppfattning om hur olika pinnvinklar och ramhöjder, men även olika bearbetningsintensiteter och inställningskombinationer påverkar bearbetningsresultatet. Bearbetningsresultatet har då bedömts med ledning av den bearbetade jordens finlek och bearbetningsbottnens ojämnhet. Totalt har 9 försök av denna typ genomförts; 5 st 1974 och 2 st 1975. Av dessa såddes 2 försök. Dessa försök kom emellertid att ligga på en mycket lucker jord där det var mycket svårt att finna en markerad bearbetningsbotten. Mätresultaten blev därför mycket osäkra. Dessutom bildades på dessa försök tidigt kraftig liggsäd. Detta tillsammans med besvärliga skördeförhållanden 1974 gjorde att dessa försök har uteslutits i denna rapport. De försök som genomfördes 1975 behandlar mera hur inställningen av redskapet påverkar bearbetningsresultatet och behandlas därför separat längre fram i denna rapport. Försöken lades ut på höstplöjda fält med jordarter varierande från mrSL till mmh mj Mo. Strävan var att få så enhetlig jord som möjligt inom varje försök. Försöken har legat vid Ultuna och på Offer i Västernorrlands län. En närmare presentation av försökens placering och jordarter framgår av tab. 1.

Tabell 1. Försökens placering och jordarter

| Försök | | | Jordart |
|----------------|------------|---------|-----------|
| 1 | Säby | Uppsala | mh mo ML |
| 2 | Kungsängen | " | mr SL |
| 5 ^x | Ultuna | " | mh ML |
| 6 | Offer | Undrom | mmh mj LL |
| 7 | Offer | " | mmh mj Mo |
| 8 | Ultuna | Uppsala | mh mo LL |
| 9 | Ultuna | " | mmh mo ML |

^xFörsök 3 och 4 har utgått.

Ett exempel på försöksplan för det mest omfattande försöket återges här:

| | | | | |
|-----|----------------|-----|----------------|-----------------|
| 111 | hög ramhöjd | 10 | cm pinndelning | 2 bearbetningar |
| 112 | " | " | " | 3 " |
| 121 | " | 6,7 | " | 2 " |
| 122 | " | " | " | 3 " |
| 131 | " | 5 | " | 2 " |
| 132 | " | " | " | 3 " |
| 211 | låg ramhöjd | 10 | " | 2 " |
| 212 | " | " | " | 3 " |
| 221 | " | 6,7 | " | 2 " |
| 222 | " | " | " | 3 " |
| 231 | " | 5 | " | 2 " |
| 232 | " | " | " | 3 " |
| 311 | medium ramhöjd | 10 | " | 2 " |
| 312 | " | " | " | 3 " |
| 321 | " | 6,7 | " | 2 " |
| 322 | " | " | " | 3 " |
| 331 | " | 5 | " | 2 " |
| 332 | " | " | " | 3 " |

Strävan har varit att alla led skulle få samma bearbetningsdjup. Inställningen av harven gjordes dels med ledning av provkörningar i anslutning till resp. försök dels med ledning av mätningar på redskapet. I regel har harven vid första bearbetningen körts något grundare för att inte riva loss kokor. Andra bearbetningen har gjorts i ca. 30° vinkel mot den första. I led med 3 bearbetningar har sista bearbetningen skett parallellt med första bearbetningen. Sladdplankan har använts, dock har inställningen skett med stor noggrannhet så att all jord har passerat under plankan. Försöken har genomförts som split-splot med antalet bearbetningar som smårutor. I övrigt har de olika kombinationerna slumpats inom resp. block.

MÄTNINGAR OCH PROVTAGNINGAR

Alla mätningar har gjorts utanför traktorspären.

Jordarten på resp. försöksplats har bestämts med ledning av analyser.

Vattenhalten bestämdes omedelbart efter bearbetningen. Provtagningen har skett i det bearbetade lagret.

Råheten har mätts på tiltan före bearbetningen. Metoden finns beskriven av Heinonen & Håkansson (1967). Råheten är ett mått på markytans ojämnhet och anges i cm.

Vingborrsmätning: Mätning av vridmotståndet med vingborr har gjorts i den obearbetade plogtiltan. Borren pressas ner i jorden 10 cm och vrids runt varvid det moment som krävs för att skjuva loss en jordcylinder kan avläsas på en skala. Anges i Nm.

Bearbetningsdjupet har bestämts med kvadratisk ram med ytan 0,25 m² som slagits ner genom den bearbetade jorden ner i bearbetningsbotten. Den läsa jorden i ramen har avlägsnats och volymbestämts och denna volym har sedan omräknats till bearbetningsdjup. Metoden redovisas utförligare av Henriksson (1973).

Bearbetningsbottnens ojämhet har tidigare bestämts med pinnograf (Kuipers 1967, Olsson 1975). Metoden är relativt arbetskrävande och dessutom är det svårt att nå ett standardförfarande hur själva mätningen skall utföras. Till detta kommer problemet att få ett mått på spridningen inom varje ruta. Detta gjorde att en ny mätutrustning byggdes. Den bygger på den volymmätare som tidigare byggts vid Försöksavdelningen för jordbearbetning för att användas i packningsförsök (Håkansson 1976). Den nya mätutrustningen byggdes för att passa till den ram som används vid bestämning av bearbetningsdjupet. I korthet består instrumentet av 162 stavar som är upphängda i en ram (bild 2). Ramen sänks 0,5 cm i taget och inom varje nivå registreras antalet pinnar som når markytan. Förfarandet upprepas tills alla 162 mätpunkter registrerats. På detta sätt har alltså bearbetningsbotten indelats i nivåer på 0,5 cm. Eftersom antalet punkter inom varje nivå är känt, kan ett spridningsmått erhållas. Här har som mått på spridningen använts standardavvikelsen SD enligt formeln

$$SD = \sqrt{\frac{\sum fx^2 - (\sum fx)^2}{\sum f - 1}}$$

där f=frekvens och x=resp. nivå. Hög SD betyder alltså en ojämna yta. SD anges i cm. Denna mätutrustning kan även användas för att bestämma bearbetningsdjupet mera exakt än på tidigare angivet sätt. Detta medför emellertid ett betydande merarbete och eftersom bearbetningsdjupet ändå varierar inom en parcell har den tidigare metodiken ansetts ge tillräcklig noggrannhet.

Aggregatstorleksfördelningen. I samband med bestämningen av bearbetningsdjupet samlades den lösa bearbetade jorden upp för torrsällning. Jorden torkades i hinkar några månader varefter den sällades. Härvid användes en sällningsapparat enligt Chepil som byggts vid Institutionen för arbetsmetodik och teknik. Senare har en identisk apparat byggts vid Avdelningen för jordbearbetning. Sällningen sker i lutande roterande trummor med kvadratiska maskvidder 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1, och 0,5 mm. Vid utvärderingen har i fortsättningen endast viktsandelen aggregat 0-4 mm använts. Det kan naturligtvis diskuteras vilket mått som är lämpligt. Heinonen (1971) föreslår andelen aggregat <5 mm eller <10 mm som ett lämpligt mått. I Olsson (1975) användes en medeldiameter d enligt formeln:

$$\bar{d} = \sum (\Delta y \sqrt{d_1 d_2}) \times 10^{-2} \text{ där}$$

\bar{d} = medeldiametern i mm

Δy = resp. fraktion i vikts-%

$d_1 d_2$ = minsta resp. största diametern för resp. fraktion.

Konstruktionen av formeln gör emellertid att andelen stora aggregat slår igenom hårt på medeldiametern. Eftersom några få stora aggregat inte nödvändigtvis behöver innebära sämre uppkomst och etableringsmöjligheter för grödan har denna beräkningsmetod övergetts.

RESULTAT

MARKYTANS RÅHET FÖRE BEARBETNING

I regel har 10 bestämningar per block gjorts. I tabell 2 anges endast medeltal per försök \pm medelfel. Plöjningen var som synes av skiftande

kvalitet och endast i försök 1 och 6 kan den sägas vara av god kvalitet. Den torde emellertid återspegla de förhållanden som råder i praktiken. Noteras bör att stora råhetstal inte nödvändigtvis betyder sämre förutsättningar för en god såbäddsberedning. På slammingsbenägna jordar i mera nederbördsrika trakter kan det vara önskvärt att ha en sammanhållande tilla för att motverka en nedbrytning av strukturen under vintern.

VINGBORRSVÄRDE

I regel har 10 bestämningar per block gjorts. I tabell 2 anges endast medeltal per försök \pm medelfel.

Försök 5 och 6 hade betydligt större värden än de övriga. I försök 6 var jordarten m mh mj LL. Försöket var mycket välplöjt och matjordslagret gav ett intryck av en tät jord. I försök 5 var jordarten mh ML. De höga vridprovsvärdena berodde här antagligen på en lägre vattenhalt i jorden. Försöket genomfördes relativt sent (7 maj). Det stora medelfelet i försök 7 tyder på stora ojämnheter inom försöket. Skillnaderna kunde emellertid i stor utsträckning elimineras inom blocken.

VATTENHALTSBESTÄMNINGAR

Uttagningen av prover för vattenhaltsbestämningar utgör ett stort problem. Detta diskuteras närmare av Henriksson (1973). För närvarande pågår vid avdelningen försök i mindre skala för att studera upptorkningsförloppet efter olika bearbetningar. De vattenhaltsbestämningar som gjordes i dessa försök avsåg endast att ge en grov vägledning om vattenhaltsförhållandena. Proven togs ut omedelbart efter bearbetningen i det bearbetade ytlagret. I tabell 2 anges endast medeltal per försök.

Tabell 2. Försökens råhet, vingborrsvärde och vattenhalt.

| Försök | Råhet cm | Vingborrsvärde Nm | Vattenhalt vikt-% |
|--------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Säby 1 | 8,3 \pm 0,38 | + | 20,1 |
| Kungsängen 2 | 11,6 \pm 0,27 | 3,5 \pm 0,2 | saknas |
| Ultuna 5 | 12,7 \pm 0,42 | 15,1 \pm 0,5 | 8,9 |
| Offer 6 | 7,3 \pm 0,31 | 7,8 \pm 0,2 | 28,2 |
| Offer 7 | 11,6 \pm 0,38 | 4,9 \pm 0,5 | 25,3 |

+ Mycket lågt, knappt mätbart

BEARBETNINGSDJUP

Alla försök har bearbetats till normalt bearbetningsdjup (tab. 3). Strävan har varit att alla led inom resp. försök skulle bearbetas lika djupt beroende på att aggregatstorleksfördelningen inte kan antas vara likformig på alla nivåer i den obearbetade tiltan. Värdena har bearbetats statistiskt med en variansanalys. Tyvärr visade det sig att bearbetningsdjupet i några fall var beroende av inställningskombinationen (tab. 4). Detta gäller försök 1 och 2 där

bearbetningsdjupet varierat med ramhöjden. Försök 6 där det varierat med pinndelningen samt försök 5 där bearbetningsdjupet varierat med antalet bearbetningar. I försök 6 finns dessutom en samspelseffekt mellan ramhöjd och pinndelning.

Tabell 3. Bearbetningsdjup, cm och relativtal.

| Variationsorsak | Säby 1 | | Kungs- ängen 2 | | Ultuna 5 | | Offer 6 | | Offer 7 | |
|-----------------|--------|-----|-------------------|-----|----------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ram hög | 6,5 | 100 | 7,1 | 100 | 6,9 | 100 | 5,6 | 100 | 5,1 | 100 |
| " medium | 5,1 | 78 | | | | | | | | |
| " låg | 4,5 | 70 | 5,5 | 77 | 6,5 | 95 | 5,5 | 99 | 5,3 | 105 |
| pinndeln. 5 cm | 5,3 | 100 | 6,5 | 100 | 6,8 | 100 | 5,3 ^x | 100 ^x | 5,3 ^x | 100 ^x |
| " 6,7 " | 5,6 | 106 | 6,5 | 99 | 7,0 | 104 | 6,0 | 113 | 5,1 | 95 |
| " 10 " | 5,3 | 100 | 5,9 | 91 | 6,4 | 94 | 5,5 | 104 | 5,2 | 97 |
| bearbetn. 2 | 5,4 | 100 | 6,2 | 100 | 6,3 | 100 | 5,4 | 100 | 5,2 | 100 |
| " 3 | 5,4 | 101 | 6,5 | 104 | 7,1 | 111 | 5,7 | 104 | 5,2 | 98 |
| Medeltal | 5,4 | | 6,3 | | 6,7 | | 5,6 | | 5,2 | |

^x 5 cm pinndelning har ersatts med C-pinne med 10 cm pinndelning.

Tabell 4. F-värden för resp. variationsorsak.

| Variationsorsak | Säby 1 | | Kungs- ängen 2 | | Ultuna 5 | | Offer 6 | | Offer 7 | |
|-----------------|-----------|--|-------------------|--|----------|--|-----------|--|---------|--|
| ramhöjd A | 114,43*** | | 23,69* | | 0,68 | | 0,24 | | 1,79 | |
| pinndeln. B | 1,24 | | 2,36 | | 2,37 | | 6,35 * | | 0,66 | |
| ant. bearb. C | 0,06 | | 1,19 | | 9,58 * | | 1,38 | | 0,45 | |
| samspel A x B | 1,18 | | 0,33 | | 3,10 | | 21,23 *** | | 1,28 | |
| " B x C | 0,15 | | 0,31 | | 0,55 | | 0,31 | | 0,93 | |
| " A x C | 0,13 | | 2,32 | | 1,91 | | 0,89 | | 2,27 | |
| " A x B x C | 0,31 | | 0,42 | | 0,34 | | 6,25 | | 2,66 | |

Vid pinnvinklar $<50^{\circ}$ är resultaten av de krafter varmed jorden påverkar harvpinnen nedåtriktad för att vid större pinnvinklar övergå till att bli uppåtriktad (Lindgren 1970). Detta kan förklara varför en hög ram och därav följande mindre pinnvinkel ger ett större bearbetningsdjup än en låg ram och motsvarande större pinnvinkel även om pinnspetsarna i båda fallen befinner sig på samma djup under medarna. Nästan genomgående har i dessa försök en hög ramhöjd i medeltal givit ett större bearbetningsdjup än en låg ram. Antalet bearbetningar har i ett försök påverkat bearbetningsdjupet. Detta försök låg på en torr och hård lera och en förklaring kan vara att harven var för lätt för att gå ner till maximalt bearbetningsdjup efter 2 bearbetningar. I försök 6 Offer finns även en samspelseffekt mellan ramhöjd och pinndelning; en hög ram och C-pinne med 10 cm pinndelning gav ett litet bearbetningsdjup jämfört med S-pinne och 10 cm pinndelning medan en låg ramhöjd gav det motsatta resultatet; S-pinnen gav i detta fallet ett litet bearbetningsdjup jämfört med C-pinnen (tab. 5).

Tabell 5. Bearbetningsdjup. Försök 6 Offer

| Pinndelning cm | Ramlhöjd | |
|-------------------|----------|-----|
| | Hög | Låg |
| 6,7 | 6,2 | 5,7 |
| 10 | 6,0 | 4,9 |
| 10 C-pinne | 4,5 | 6,0 |

BEARBETNINGSBOTTNENS OJÄMNHET

I tabell 6 redovisas resultaten från mätningarna av bearbetningsbottnens ojämnhet. Mätningarna har gjorts på tidigare angivet sätt och ojämnheten är alltså redovisad som en standardavvikelse i cm. I medeltal uppvisar samtliga försök ett lågt värde vilket betyder att bearbetningsbottnarna varit jämna och troligen mera jämna än vad som är vanligt i praktiken. Något överraskande är att försök 2 Kungsängen som låg på en mr SL med lågt vingborrsvärde uppvisar i medeltal den största ojämnheten. Noteras kan också att olika ramhöjder inte i något fall har givit statistiskt säkra skillnader. Pinndelningen har däremot givit säkra utslag i 3 försök. I försök 1 Säby har pinndelningen 6,7 cm givit den jämnaste bearbetningsbotten t.o.m. jämnare än pinndelningen 5 cm! Samma gäller försök 6 och 7 Offer där pinndelningen 6,7 cm givit den jämnaste bearbetningsbotten och 10 cm pinndelning med C-pinne den minst jämna. Genomgående i samtliga försök har pinndelningen 6,7 cm varit mest fördelaktig. Bearbetningsintensiteten har givit signifikanta skillnader i försök 1 Säby och 5 Ultuna. Båda försöken har legat på ML. Det kan verka förvånande att bearbetningsintensiteten inte slagit igenom mera, men redan 2 bearbetningar har i samtliga försök givit jämförelsevis jämna bearbetningsbottnar och sett ur denna synpunkt har ett ökat antal bearbetningar varit onödiga.

Tabell 6. Bearbetningsbottnens ojämnhet, cm och relativtal.

| Variationsorsak | Säby 1 | Kungs- ängen 2 | Ultuna 5 | Offer 6 | Offer 7 |
|-----------------|----------|-------------------|----------|------------------------------------|------------------------------------|
| ram hög | 0,73 100 | 0,89 100 | 0,66 100 | 0,68 100 | 0,70 100 |
| " medium | 0,63 85 | | | | |
| " låg | 0,71 97 | 0,79 89 | 0,76 115 | 0,68 99 | 0,77 110 |
| pinndeln. 5 cm | 0,67 100 | 0,82 100 | 0,68 100 | 0,78 ^x 100 ^x | 0,88 ^x 100 ^x |
| " 6,7 " | 0,60 90 | 0,81 100 | 0,65 94 | 0,55 71 | 0,60 68 |
| " 10 " | 0,80 120 | 0,90 110 | 0,80 118 | 0,71 91 | 0,71 81 |
| bearbetn. 2 | 0,75 100 | 0,90 100 | 0,77 100 | 0,71 100 | 0,74 100 |
| " 3 | 0,63 83 | 0,79 87 | 0,65 84 | 0,65 91 | 0,72 97 |
| Medeltal | 0,69 | 0,84 | 0,71 | 0,68 | 0,73 |

^x 5 cm pinndelning har ersatts med C-pinne med 10 cm pinndelning.

Tabell 7. F-värden för resp. variationsorsak.

| Variationsorsak | Säby 1 | Kungs- ängen 2 | Ultuna 5 | Offer 6 | Offer 7 |
|-----------------|-----------|-------------------|----------|---------|-----------|
| ramhöjd A | 6,92 | 2,54 | 4,24 | 0,68 | 2,55 |
| pinndeln. B | 14,62 *** | 0,45 | 4,22 | 5,34 * | 34,61 *** |
| ant. bearb. C | 15,29 ** | 2,14 | 5,08* | 2,74 | 0,13 |
| samspel A x B | 0,86 | 0,06 | 0,93 | 0,77 | 5,91 * |
| " B x C | 1,06 | 0,03 | 0,32 | 2,24 | 0,51 |
| " A x C | 3,74 * | 0,25 | 0,17 | 0,27 | 0,00 |
| " A x B x C | 2,76 | 0,32 | 0,96 | 2,47 | 0,03 |

I försök 1 Säby och 7 Offer har även samspelseffekter framkommit; i försök 1 mellan ramhöjd och bearbetningsintensitet; låg ramhöjd och 2 bearbetningar har givit lika jämn bearbetningsbotten som medium eller hög ramhöjd och 3 bearbetningar (tab. 8).

Tabell 8. Bearbetningsbottnens ojämnheter. Försök 1 Säby.

| Antal bear- betningar | Ramhöjd | | |
|--------------------------|---------|--------|------|
| | Hög | Medium | Låg |
| 2 | 0,84 | 0,80 | 0,62 |
| 3 | 0,63 | 0,62 | 0,62 |
| Medeltal | 0,74 | 0,71 | 0,62 |

Vidare i försök 7 mellan ramhöjd och pinndelning. Hög ram och 10 cm pinndelning S-pinne gav här i medeltal nästan lika jämn bearbetningsbotten som låg ramhöjd och 6,7 cm pinndelning (tab. 9).

Tabell 9. Bearbetningsbottnens ojämnheter. Försök 7 Offer.

| Pinndelning | Ramhöjd | |
|-------------|---------|------|
| | Hög | Låg |
| 6,7 | 0,63 | 0,58 |
| 10 | 0,62 | 0,80 |
| 10 C-pinne | 0,84 | 0,92 |
| Medeltal | 0,70 | 0,77 |

AGGREGATSTORLEKSFÖRDELNING

Den bearbetade jordens finlek har uttryckts som viktsandel aggregat 0,4 mm i procent av hela provet. Resultaten från mätningarna och den statistiska analysen redovisas i tab. 10 och 11. Dessutom återges summationskurvorna från sållningen i diag. 2-6.

Andelen aggregat 0,4 mm varierar från 47% för försök 6 Offer till 62% för försök 2 Kungsängen räknat som medeltal per försök. Jämför t.ex. Olsson (1975). Ramhöjden har givit signifikant utslag i ett fall nämligen i försök 2 Kungsängen. Olika pinndelningar har givit signifikanta utslag i försök 5 Ultuna, där tätaste pinndelningen

givit det finaste bruket. Bearbetningsintensiteten har däremot givit signifikanta skillnader i samtliga försök utom i försök 1 Säby.

Tabell 10. Andel aggregat 0-4 mm % och relativtal.

| Variationsorsak | Säby 1 | Kungs- ängen 2 | Ultuna 5 | Offer 6 | Offer 7 |
|-----------------|----------|-------------------|----------|------------------------------------|------------------------------------|
| ram hög | 53,8 100 | 59,7 100 | 48,7 100 | 47,0 100 | 53,1 100 |
| " medium | 58,0 108 | | | | |
| " låg | 56,9 106 | 64,9 109 | 48,1 99 | 47,4 101 | 53,1 100 |
| pinndeln. 5 cm | 57,0 100 | 62,0 100 | 51,1 100 | 46,6 ^x 100 ^x | 51,8 ^x 100 ^x |
| " 6,7 " | 55,7 98 | 61,8 100 | 46,7 91 | 46,0 99 | 53,3 103 |
| " 10 " | 56,1 98 | 63,1 102 | 47,5 93 | 49,0 105 | 54,2 105 |
| bearbetn. 2 | 55,0 100 | 61,0 100 | 46,7 100 | 44,7 100 | 51,5 100 |
| " 3 | 57,5 104 | 63,6 100 | 50,1 107 | 49,7 111 | 54,8 106 |
| Medeltal | 56,3 | 62,3 | 48,4 | 47,2 | 53,1 |

^x5 cm pinndelning har ersatts med C-pinne med 10 cm pinndelning.

Tabell 11. F-värden för resp. variationsorsak.

| Variationsorsak | Säby 1 | Kungs- ängen 2 | Ultuna 5 | Offer 6 | Offer 7 |
|-----------------|--------|-------------------|----------|----------|---------|
| ramhöjd A | 2,43 | 20,86* | 0,12 | 0,06 | 0,00 |
| pinndeln. B | 0,16 | 0,35 | 5,94* | 0,92 | 0,15 |
| ant. bearb. C | 1,54 | 9,00* | 5,54* | 10,95 ** | 5,24 * |
| samspel A x B | 0,56 | 1,54 | 2,56 | 0,92 | 0,03 |
| " B x C | 0,23 | 0,15 | 0,06 | 0,27 | 0,32 |
| " A x C | 0,04 | 12,35** | 1,81 | 0,23 | 0,38 |
| " A x B x C | 1,54 | 2,07 | 0,41 | 0,11 | 0,08 |

En samspelseffekt finns i försök 2 Kungsängen (tab. 12). Vid låg ramhöjd har antalet bearbetningar inte påverkat aggregatstorleksfördelningen, vilket däremot har varit fallet vid hög ramhöjd.

Tabell 12. Andel aggregat 0-4 mm % försök 2 Kungsängen.

| Antal bear- betningar | Ramhöjd | |
|--------------------------|---------|------|
| | Hög | Låg |
| 2 | 56,8 | 65,1 |
| 3 | 62,5 | 64,7 |
| Medeltal | 59,7 | 64,9 |

KORRELATIONER OCH REGRESSIONER

För att belysa ev. samband mellan olika variabler har korrelationskoefficienter och regressionskvationer beräknats. Först behandlas

enkla korrelationskoefficienter r . Korrelationskoefficienter har beräknats mellan samtliga variabler d.v.s. bearbetningsbottnens ojämnheter, andelen aggregat 0-4 mm samt bearbetningsdjupet.

Materialet har indelats på följande sätt:

1. Hela materialet
2. Försöksvis indelning (5 st)
3. Olika ramhöjder (2 st)
4. Olika pinndelningar (3 st)
5. Olika bearbetningsintensiteter (2 st)

Korrelationskoefficienterna efter några indelningsgrunder återges i tabell 13. De olika variablerna återges där i följande ordning:

1. Bearbetningsbottnens ojämnheter cm
2. Andel aggregat 0,4 mm %
3. Bearbetningsdjup liter/0,25 m²

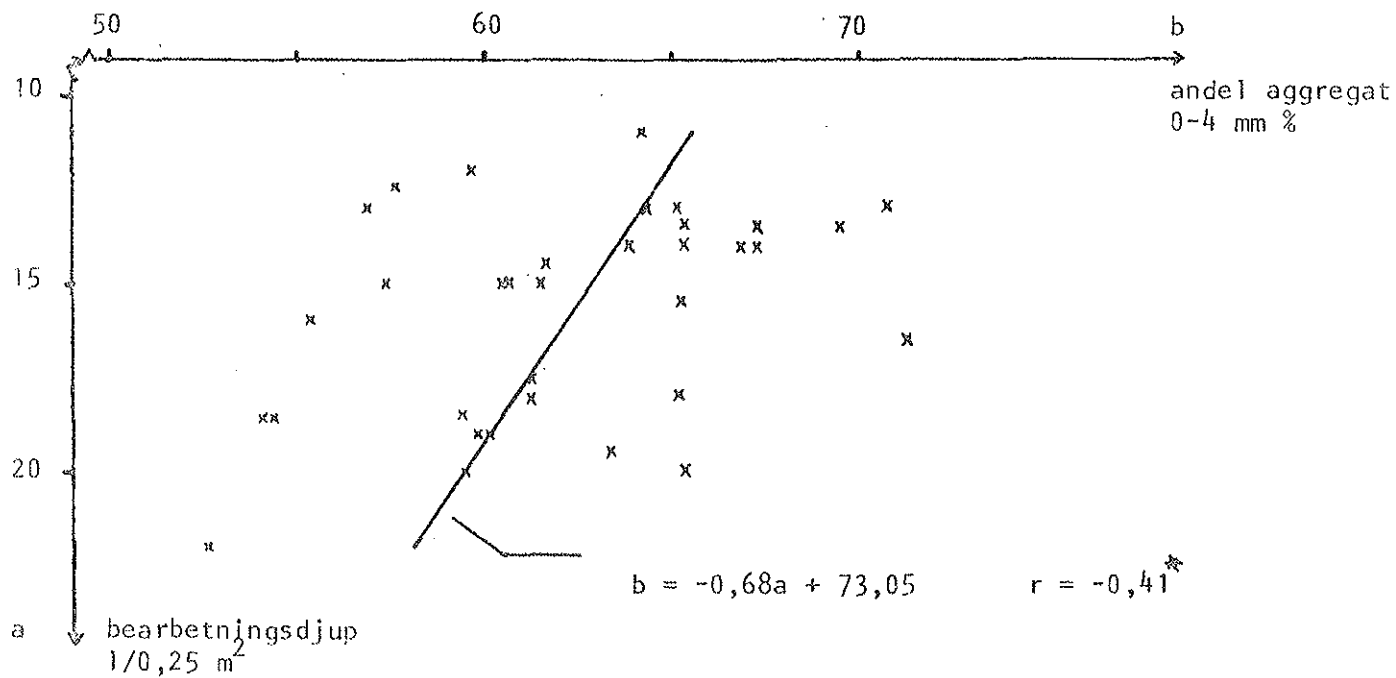
Signifikanser anges på vanligt sätt.

Tabell 13. Korrelationskoefficienter för några indelningsgrunder.

| Indelningsgrund | Variabel | | |
|-------------------|----------|-------|--------|
| | 1 x 2 | 1 x 3 | 2 x 3 |
| Försök 1 Säby | 0,08 | 0,33* | 0,11 |
| " 2 Kungsängen | -0,25 | 0,03 | -0,41* |
| Hög ram | 0,16 | 0,04 | 0,32** |
| Pinndelning 10 cm | 0,32* | 0,14 | 0,09 |
| 2 bearbetningar | 0,16 | 0,21* | 0,01 |

Tabellen uppvisar låga korrelationer mellan olika variabler. Den förklaringsprocent som är högst finns mellan variablerna 2 och 3 i försök 2 Kungsängen ($r^2=0,17$). De värden som ligger bakom detta finns inprickade i diag. 1 och som synes är spridningen betydande.

Diag. 1. Sambandet mellan bearbetningsdjup och andel aggregat 0-4 mm för försök 2 Kungsängen.



Då bearbetningsbottnens ojämnhet sattes i relation till andelen aggregat 0-4 mm och bearbetningsdjupet, erhöles följande partiella korrelationskoefficienter:

| | Variabel | |
|------------------|----------|------|
| | 2 | 3 |
| Hela materialet | 0,08 | 0,08 |
| Försök 1 Säby | 0,05 | 0,32 |
| " 2 Kungsängen | 0,26 | 0,08 |
| " 5 Ultuna | 0,10 | 0,27 |
| " 6 Offer | 0,20 | 0,25 |
| " 7 Offer | 0,25 | 0,35 |
| Hög ram | 0,15 | 0,00 |
| Låg " | 0,02 | 0,14 |
| Pinndelning 5 cm | 0,00 | 0,22 |
| " 6,7 " | 0,21 | 0,28 |
| " 10 " | 0,31 | 0,12 |
| 2 bearbetningar | 0,16 | 0,21 |
| 3 " | 0,10 | 0,02 |

Beroende på indelningsgrund visarvariablerna 2 och 3 olika stark korrelation med variabel 1. Notera t.ex. att bearbetningsdjupet inte är korrelerat med bearbetningsbottnens ojämnhet för försök 2 Kungsängen. Det samma gäller för hög ram och 3 bearbetningar.

Ett flertal andra kombinationer har testats t.ex. kombinationer av olika potenser hos variablerna. Inte i något fall har emellertid väsentligt större korrelationer utöver vad som redovisats framkommit.

II REDSKAPINSTÄLLNINGENS OCH KÖRTEKNIKENS BETYDELSE FÖR SÅBÄDDENS UTFORMNING.

INLEDNING

För att något belysa hur harvens inställning och bearbetningsriktningen påverkade bearbetningsbottnens ojämnhet och aggregatstorleksfördelningen redovisas här 2 försök från 1975. Försöken anlades på höstplöjda fält. Samtliga led bearbetades 1 gång grunt parallellt med plöjningsriktningen, därefter behandlades leden enligt följande:

A₁B₁ 2:a bearbetningen till fullt djup parallellt med 1:a bearbetningen, 3:e bearbetningen till samma djup parallellt med 1:a bearbetningen.

A₁B₂ 2:a bearbetningen till fullt djup parallellt med 1:a bearbetningen, 3:e bearbetningen något grundare än 2:a parallellt med 1:a bearbetningen.

A_2B_1 2:a bearbetningen till fullt djup diagonalt mot 1:a bearbetningen, 3:e bearbetningen till samma djup parallellt med 1:a bearbetningen.

A_2B_2 2:a bearbetningen till fullt djup diagonalt mot 1:a bearbetningen, 3:e bearbetningen något grundare än 2:a parallellt med 1:a bearbetningen.

Försöken har legat på Ultuna. Jordarten var mh mo LL resp. nmh mo ML. Före bearbetningarna mättes råhet och vridmotstånd. Mätmetodiken har redovisats på sid. 2. Använt redskap i båda försöken har varit den tidigare beskrivna Mads Arnby försöksharven. Samma mätningar efter bearbetning har gjorts här som i tidigare redovisade försök. Resultaten redovisas i tab. 14-16.

Tabell 14. Försökens råhet, vingborrsvärde och vattenhalt.

| Försök | Råhet cm | Vingborrsvärde Nm | Vattenhalt % |
|------------|-----------|-------------------|--------------|
| Bäcklösa 8 | 13,0±0,37 | 13,1±0,4 | 18,7 |
| Vipängen 9 | 11,6±0,26 | 11,9±0,4 | 12,7 |

Tabell 15. Bearbetningsbottnens ojämnheter, aggregatstorleksfraktion 0-5 mm samt bearbetningsdjup.

Försök 8 Bäcklösa

| Försöksled | Bearbetningsbottnens ojämnheter cm | Aggregatstorleksfraktion 0-4 mm vikt-% | Bearbetningsdjup cm |
|------------|------------------------------------|--|---------------------|
| A_1B_1 | 1,2 | 42,9 | 6,7 |
| A_1B_2 | 1,2 | 47,9 | 6,7 |
| A_2B_1 | 1,0 | 40,9 | 5,5 |
| A_2B_2 | 0,9 | 43,7 | 5,9 |

Försök 9 Vipängen

| Försöksled | Bearbetningsbottnens ojämnheter cm | Aggregatstorleksfraktion 0-4 mm vikt-% | Bearbetningsdjup cm |
|------------|------------------------------------|--|---------------------|
| A_1B_1 | 1,3 | 42,8 | 6,7 |
| A_1B_2 | 1,2 | 40,5 | 7,6 |
| A_2B_1 | 1,0 | 37,0 | 7,3 |
| A_2B_2 | 1,1 | 42,8 | 7,7 |

Tabell 16. Variansanalys för försök 8 Bäcklösa samt försök 9 Vipängen.

Försök 8 Bäcklösa

| Faktor | Bearbetnings- bottens ojämnhet | Aggregatstor- leksfraktion 0-4 mm | Bearbetnings- djup |
|--------|--------------------------------------|---|-----------------------|
| A | ** | | * |
| B | | | |
| A x B | | | |

Försök 9 Vipängen

| Faktor | Bearbetsning- bottens ojämnhet | Aggregatstor- leksfraktion 0-4 mm | Bearbetnings- djup |
|--------|--------------------------------------|---|-----------------------|
| A | | | |
| B | | | |
| A x B | | * | |

RESULTAT

I försök 8 Bäcklösa har 2:a bearbetningen inverkat på bearbetningsbottens ojämnhet och bearbetningsdjupet; har 2:a bearbetningen skett diagonalt mot de övriga har detta medfört en jämnare bearbetningsbotten samt ett något mindre bearbetningsdjup. I försök 9 Vipängen finns för aggregatstorleksfraktionen 0-4 mm en samspelseffekt mellan A och B. Medeltalen per försöksled framgår av tabell 17.

Tabell 17. Andel aggregat 0-4 mm för försök 9 Vipängen

| Försöksled | A ₁ B ₁ | A ₁ B ₂ | A ₂ B ₁ | A ₂ B ₂ |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Aggregat 0-4 mm % | 42,8 | 40,5 | 37,0 | 42,8 |

Resultatet visar att om andra draget körts parallellt med första så erhöles det finaste bruket om sista bearbetningen kördes till samma djup. Om andra draget däremot körts diagonalt mot första erhöles finaste bruket om sista draget kördes något grundare. För detta försök finns även en positiv korrelation mellan fraktionen 0-4 mm och bearbetningsdjupet ($r=0,54$ ***).

III. DISKUSSION

FÖRSÖKSHARVEN

Tidigare studier av harvar till såbäddsberedning har inneburit att man studerat olika redskap under så likartade förhållanden som

möjligt. De eventuella skillnader man då fått beträffande någon parameter har varit svåra att hänföra till någon viss egenskap hos redskapet ifråga. För att undvika dessa svårigheter byggdes en konventionell harv om så att samma redskap kunde användas i samtliga led. För att kunna använda olika pinntheter förlängdes harven så att en extra pinnaxel kunde monteras på. Detta medförde att harven blev tyngre, och på så sätt motverkades antagligen även att pinnarna på olika axlar gick i samma spår; någon spårning kunde heller inte iakttas under körningarna. Av praktiska skäl kunde inte några extrema värden beträffande inställningsmöjligheter komma ifråga. Så var t.ex. skillnaden mellan högsta och lägsta ramhöjd ca. 8 cm. Pinntheterna låg inom vad som är vanligt i praktiken.

PROVTAGNINGSTEKNIKEN

Provtagningarna har gjorts på samma sätt som redovisas i tidigare försök (Olsson 1975) utom på en punkt nämligen mätningen av bearbetningsbottnens ojämnhet. Mätvärdena från 162 punkter inom 0,25 m² uttrycktes som standardavvikelse. Denna standardavvikelse uttrycker på ett bättre sätt bearbetningsbottnens ojämnhet än tidigare tillämpad metodik. Vid fortsatta arbeten av denna typ skulle det i många fall vara fördelaktigt att registrera varje enskild mätpunkts placering inom denna yta. Detta skulle kräva någon form av elektronisk tillsatsutrustning med en automatisk registrering på t.ex. hålremsa. Detta skulle innebära att varje enskild harvpinne kunde följas inom ytan. En automatisk registrering skulle även medföra att ett större antal upprepningar skulle hinna med, ty problemet med denna typ av försök är svårigheten att hinna med arbetet inom det begränsade tidsutrymme som vårbruket normalt innebär.

KOMMENTARER TILL RESULTATEN

I redovisningen har varje försök redovisats för sig. Detta har ansetts motiverat då de olika försöken också i många fall representerar olika jordar.

Vid utvärderingen av resultat är det i många fall svårt att veta vilken betydelse eventuella skillnader har under olika betingelser, t.ex. vilken betydelse årsmånen har, om det finns sambandseffekter o.s.v.

I Olsson (1975) berörs dessa problem närmare. Svårigheten blir att på något sätt kalibrera resultaten mot de värden som växterna kräver. Utvägen ur detta måste bli att genom modellförsök under strängt kontrollerade betingelser veta vilka krav växten ställer på t.ex. aggregatstorleksfördelning, fröets anslutning till bearbetningsbotten, såddjupet o.s.v. under olika förhållanden. Ett steg i den riktningen är de modellförsök med såbäddar som gjorts vid Försöksavdelningen för jordbearbetning (Håkansson & von Polgär 1976). Författarna nämner där b.a.: "I försök med korn har ett tillfredsställande avdunstningsskydd erhållits genom en ca. 4 cm tjock såbädd med aggregatstorlek under 4 mm. Målsättningen för den praktiska såbäddsberedningen till stråsåd under torra betingelser bör därför vara att placera utsädet på såbotten och täcka det med ett minst 4 cm tjockt skyddslager av finbrukad jord dominerad av aggregat som är mindre än 4 mm."

BEARBETNINGSDJUPET

Som tidigare nämnts har strävan varit att alla led skulle köras till samma djup. Detta har inte lyckats till alla delar. Hög ramhöjd har i 2 försök givit signifikant större bearbetningsdjup än låg ramhöjd. Detta kan förmodligen förklaras med att vid hög ramhöjd får pinnen större jordsökning och pressar redskapet mot marken. Ytterligare en tänkbar förklaring är att den liggande pinnen lättare skulle kunna fjädra undan för hårdare partier i marken och på så sätt medföra ett mindre bearbetningsdjup. Detta borde då medföra en ojämnare bearbetningsbotten, något som emellertid inte kunnat beläggas av resultaten.

I ett försök har 6,7 cm pindelning S-pinne givit ett större bearbetningsdjup än 10 cm pindelning S- och C-pinne. Förklaringen till detta kan vara att detta led även givit en signifikant jämnare bearbetningsbotten. I ett annat försök har 3 bearbetningar givit signifikant större bearbetningsdjup än 2 bearbetningar. Även här kan förklaringen ligga i att 3 bearbetningar givit signifikant jämnare bearbetningsbotten.

BEARBETNINGSBOTTNENS OJÄMNHET

Stor ansträngning gjordes att få så jämna bearbetningsbottnar som möjligt. Förmodligen var de bearbetningsbottnar som frampreparerades betydligt jämnare än vad som är vanligt i praktiken (se t.ex. Kritz 1976). Betydelsen av en jämn bearbetningsbotten kan emellertid inte ses som en isolerad företeelse. Hur väl utsädet blir placerat i såbädden är ju även beroende av såddens utförande; hastighet, bearbetningsriktning kontra sårriktning, såddjup o.s.v. men även av själva såbillens utformning. Dessa aspekter behandlas inte vidare här. Den intresserade hänvisas till t.ex. Möller (1975).

Ramhöjden har inte i något fall haft signifikant inflytande över bearbetningsbottnens ojämnhet. Detta kan verka förvånande om man jämför med Olsson (1975) där Kongskilde som har en lodrätt stående pinne och hög ramhöjd jämfördes med Ran som har en lutande pinne och låg ramhöjd. Där visade Kongskilde nästan genomgående en jämnare bearbetningsbotten än Ran. Ett skäl till att inte samma resultat erhöles vid dessa försök kan vara att försöksharven i viss mån är rörligt kopplad till traktorn. Därigenom skulle den kunna undvika hårdare partier i jorden. En annan förklaring kan vara att medan skillnaden mellan högsta och lägsta ramhöjd hos försöksharven är ca. 8 cm är skillnaden i ramhöjd mellan Ran och Kongskilde vid normalt bearbetningsdjup drygt 20 cm.

Pindelningen har däremot varit utslagsgivande i 3 försök och genomgående har pindelningen 6,7 cm varit den bästa. Noteras bör att pindelningen 5 cm inte i något fall givit en jämnare bearbetningsbotten än 6,7 cm. C-pinnen har inte varit överlägsen S-pinnen på de något lättare jordar där den provats.

Antalet bearbetningar har givit signifikanta utslag i 2 försök. Att inte signifikanta skillnader erhöles i de övriga försöken kan möjligen förklaras med att redan 2 bearbetningar givit en förhållandevis jämn bearbetningsbotten. I 2 försök har signifikanta samspelseffekter erhöles; i försök 1 Säby mellan ramhöjd och antal bearbetningar och i försök 7 Offer mellan ramhöjd och pindelning. I försök 1 Säby visar resultatet att förutom bearbetnings-

intensiteten så har ramhöjden ett visst inflytande på bearbetningsbottnens ojämnheter (tab. 6); en låg ramhöjd och 2 bearbetningar har givit en lika jämn bearbetningsbotten som medelhög och hög ramhöjd och 3 bearbetningar. I försök 7 Offer visar resultatet (tab. 7) att ramhöjden har ett visst inflytande på bearbetningsbottnens ojämnheter tillsammans med pinndelningen. Hög ram och 10 cm pinndelning har givit en jämnare bearbetningsbotten än låg ram och samma pinndelning. Däremot är förhållandet det motsatta vid pinndelningen 6,7 cm.

AGGREGATSTORLEKSFÖRDELNINGEN

Aggregatstorleksfördelningen har uttryckts som viktsandelen aggregat 0-4 mm. Det kan naturligtvis diskuteras om detta är det bästa sättet. I Olsson (1975) användes en sammanvägd medeldiameter som övergavs p.g.a. att stora aggregat slog igenom hårt i resultatet. I de försök som redovisas av Håkansson & von Polgár (1976) anges att man inte tycks ha särskilt mycket att vinna på en sönderdelning av aggregaten under 4-mm gränsen. Detta under förutsättning att sådjuret är minst 4 cm. Gränsen 4 mm kan därför anses lämplig som ett mått på såbäddens grovlek. I diag. 1-6 har dessutom hela siktcurvan medtagits. Resultaten från försöken (tab. 8 och 9) visar att det framför allt är bearbetningsintensiteten som påverkat aggregatstorleksfördelningen; 3 bearbetningar har givit en signifikant större andel aggregat 0-4 mm i 4 försök. En förutsättning för ett finare bruk efter 3 bearbetningar än efter 2 torde vara att grova aggregat inte rivs loss från bearbetningsbotten. Detta kan vara förklaringen till att 3 bearbetningar inte givit ett finare bruk i försök 1 Säby. Jämför man med tab. 5 framgår att 3 bearbetningar givit en signifikant jämnare bearbetningsbotten och en del av förklaringen kan då vara att grövre aggregat rivits upp från bearbetningsbotten.

Ramhöjden har givit signifikanta skillnader endast i försök 2 Kungsängen. Detta kan verka förvånande eftersom denna jord är mycket lättarbetad. Som framgår av tab. 3 medförde hög ram ett större bearbetningsdjup och vidare framgår av tab. 13 att det finns en negativ korrelation mellan bearbetningsdjup och aggregatstorleksfördelning varför detta kan vara en förklaring till att hög ramhöjd har medfört ett grövre bruk.

Pinndelningen har varit av underordnad betydelse för bearbetningsbottnens ojämnheter utom i försök 5 Ultuna. Denna jord var hård med ett vingborrsvärde på $15,1 \pm 0,5$ Nm. Detta värde är betydligt större än i övriga försök och även större än i de försök som redovisas i Olsson (1975). Vid "normala" värbruksbetingelser verkar alltså pinndelningen inte ha en avgörande inverkan på bearbetningsbottnens ojämnheter.

FÖRSÖKSRESULTATENS REPRESENTATIVITET

Stor omsorg gjordes för att resultatet av bearbetningarna skulle bli så bra som möjligt, och generellt kan man nog säga att detta blev bättre än vad som är vanligt i praktiken. Av den såbäddsinventering som tidigare nämnts (Kritz 1976) framgår t.ex. att brukarna i stor

utsträckning missbedömde det verkliga bearbetnings- och såddjupet. Speciellt bearbetningsdjupet uppskattade man ofta till betydligt större värde än det verkliga. Bearbetningsdjupet uppgår i nu redovisade försök till räknat som medeltal per försök från 5,2 till 6,7 cm (tab. 2). Detta får anses "lagom" för att ge ett gott avdunstnings-skydd förutsatt att utsädet placeras på eller nära bearbetningsbotten.

Sladdplankan utnyttjades maximalt vilket lär ha medfört att såbäddens finlek antagligen blev bättre än vad den skulle ha blivit under "praktiska" förhållanden. All mätningar gjordes utanför traktorspåren och under "normala" förhållanden bör man observera att en stor del av fältet blir täckt av traktorspår. Detta innebär naturligtvis att denna yta utsätts för en stor krossningseffekt av traktordäcken.

Bearbetningsbottnens ojämnheter i dessa försök jämfört med vad som förekommer i praktiskt bruk har något diskuterats tidigare. Avsikten var ju att åstadkomma en så jämn bearbetningsbotten som möjligt och stor ansträngning gjordes för att ställa in harven rätt. Till detta kommer att alla försök lagts ut på jämna fält utan slutfäror och andra ojämnheter.

Bearbetningsintensiteten har i alla försök bedömts vara fullt tillräcklig.

IV. SAMMANFATTNING

För att studera hur olika ramhöjder, pinnfätheter och bearbetningsintensiteter påverkar bearbetningsresultatet genomfördes under 1974 och 1975 sammanlagt 9 försök. För ändamålet modifierades en standardharv Mads Amby systemharv, så att den kunde köras med pinndelningarna 5,0, 6,7 resp. 10,0 cm. De mest omfattande försöken har innefattat 3 ramhöjder, 3 pinndelningar och 2 resp. 3 bearbetningar. I 2 försök har redskapsinställningen och körteknikens betydelse för bearbetningsresultatet studerats. Som ett mått på bearbetningsresultatet har använts bearbetningsbottnens ojämnheter och brukets finlek. Före bearbetningen bestämdes jordart, vattenhalt, råhet och vingborrsvärde. Avsikten var att bearbeta samtliga led till samma djup. Detta visade sig vara svårt och speciellt visade det sig att en hög ramhöjd nästan genomgående gav ett större bearbetningsdjup än en låg trots att pinnspetsen i båda fallen låg lika långt under medarna. Beträffande bearbetningsbottnens ojämnheter erhöles den jämnaste bearbetningsbotten nästan genomgående med pinndelningen 6,7 cm. I 3 försök av 5 fanns statistiskt säkra skillnader mellan pinndelningarna. Om bearbetningsintensiteten höjdes från 2 bearbetningar till 3 medförde detta genomgående en jämnare bearbetningsbotten; i 2 försök är skillnaderna statistiskt säkra.

Den bearbetade jordens finlek har uttryckts som viktsandelen aggregat 0-4 mm. I 1 försök har statistiskt säkra skillnader mellan olika ramhöjder påträffats; låg ramhöjd gav det finaste bruket. I 1 försök har pinndelningen 5 cm givit ett finare bruk än övriga pinndelningar. Skillnaden är statistiskt säker. Däremot har bearbetningsintensiteten givit säkra skillnader i 4 försök; 3 bearbetningar har i dessa medfört ett finare bruk än 2.

I 2 försök där redskapsinställningen och körteknikens betydelse för bearbetningsresultatet studerades har i 1 försök en jämnare bearbetningsbotten erhållits om andra bearbetningen skett diagonalt mot de övriga.

SUMMARY

The influences of frame height, tine density and tillage intensity on the tillage result were studied during 1974 and 1975 in 9 trials. A standard harrow (Mads Amby systemharv) was modified to enable tines to be spaced at 5.0, 6.7 or 10.0 cm. The most comprehensive tests involved 3 frame heights, 3 tine spacings and tillage repeated 2 or 3 times. In two trials study was made of the importance of the harrow's adjustment and the driving technique for the tillage result. The unevenness of the tillage bottom and the fineness of the tilth were used as a measure of the result. Determinations of soil type, soil moisture, roughness and shear strength were made before the harrowing was done. The intention was to cultivate all plots to the same depth. However, this was found difficult to accomplish, especially since the high frame height nearly always resulted in a deeper depth of cultivation than the lower frame height, despite the fact that in both cases the tine tips were the same distance below the bars of the frame. As regards the tillage bottom, the most even result was almost given by the 6.7 cm tine spacing. In 3 of 5 trials there were significant differences between tine spacings. If the harrowing intensity was increased from 2 to 3 times, the tillage bottom became more even; in 2 trials the differences were significant.

The fineness of the cultivated soil's crumb structure has been expressed as the percentage weight of aggregates in the 0-4 mm range. Significant differences between frame heights were found in 1 trial; low frame height gave the finest tilth. In 1 trial the 5 cm tine spacing gave a significantly finer tilth than the other spacings. The tillage intensity gave significant differences in 4 trials, where 3 harrowings gave a finer tilth than 2 harrowings.

In 1 of the 2 trials where the importance of the adjustment of the harrow and the driving technique on the tillage result were studied it was found that the tillage bottom was more even if the second harrowing was done diagonally to the other.

LITTERATUR

- Heinonen, R. & Håkansson, I. A rapid Field Method for assessing the Roughness of the Soil Surface. West-European Methods for Soil Structure Determinations, Ghent, VII. 1967.
- Heinonen, R. Soil Management and Crop Water Supply. Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, S-750 07 UPPSALA, Sweden. 1971.
- Henriksson, L. Redskap för såbäddsberedning. Undersökningsmetoder och inledande studier. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr. 25, 1973.
- Håkansson, I. Framkomlighet och arbete på mjuk mark. SFM meddelande, nr. 19, 1976.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. Modellförsök med såbäddens funktion. I. Såbädden som skydd mot avdunstning. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr. 46, 1976.

- Kritz, G. Såbäddens utformning på vårsådda fält. III. Stickprovsundersökning 1969-72. Primärdata för 300 provplatser. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr. 44, 1976.
- Kuipers, H. Determination of Soil Surface Roughness. West-European Methods for Soil Structure Determinations. Ghent VII. 1967.
- Lindgren, P.Å. Krafter på harvpinnar. Examensarbete vid Institutionen för arbetsmaskiner och arbetsmetodik. Sveriges Lantbruksuniversitet, 750 07 UPPSALA. 1970. Stencil.
- Möller, N. Conventional Coulters for Small Grain Drilling. Rapport från Institutionen för arbetsmetodik och teknik. Sveriges lantbruksuniversitet, nr. 28, 1975.
- Olsson, U. Redskap för såbäddsberedning; arbetssätt och arbetsresultat. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr. 40, 1975.

Fig. 1. Försöksharven sedd uppifrån och från sidan. Harven inställd på 5 cm pinndelning. Sladdplanka och draganordning ej utritade.
Skala 1:20

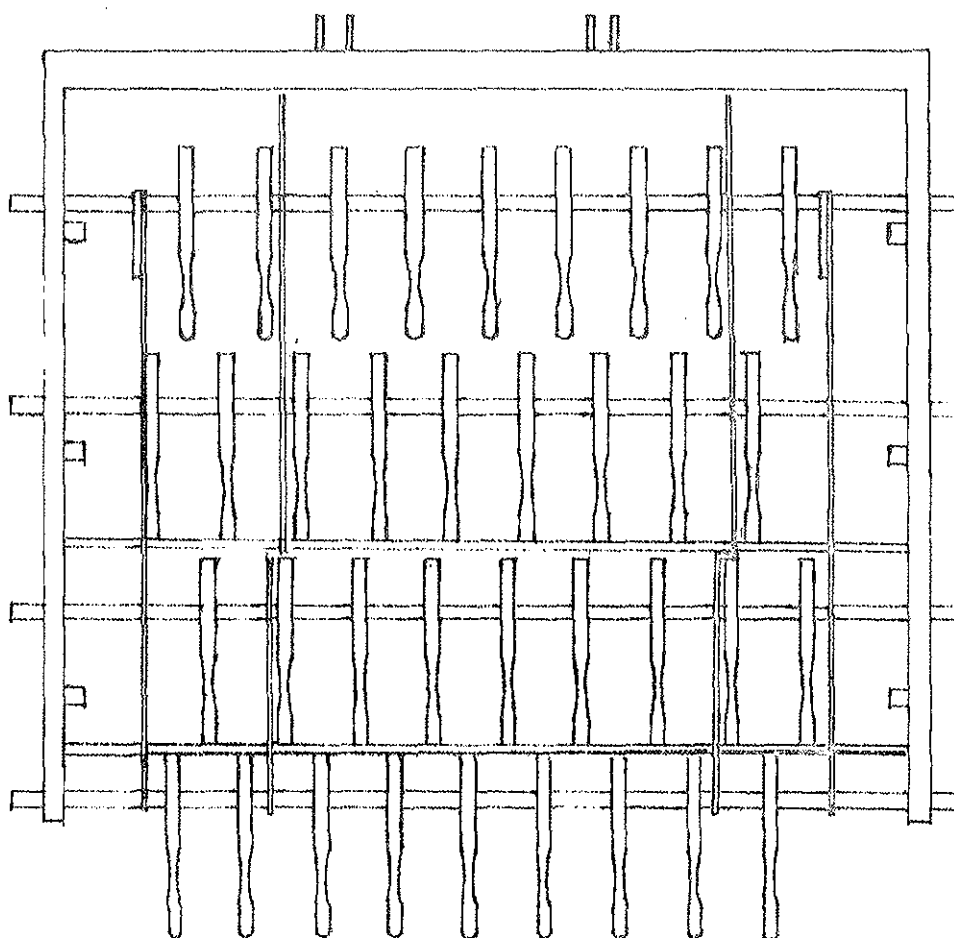
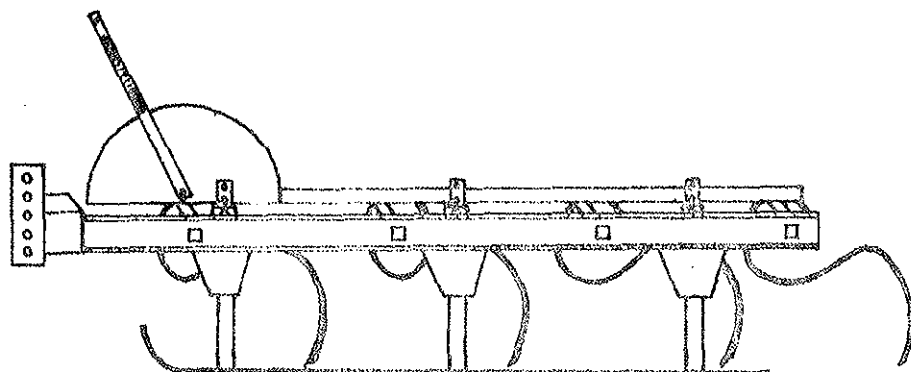
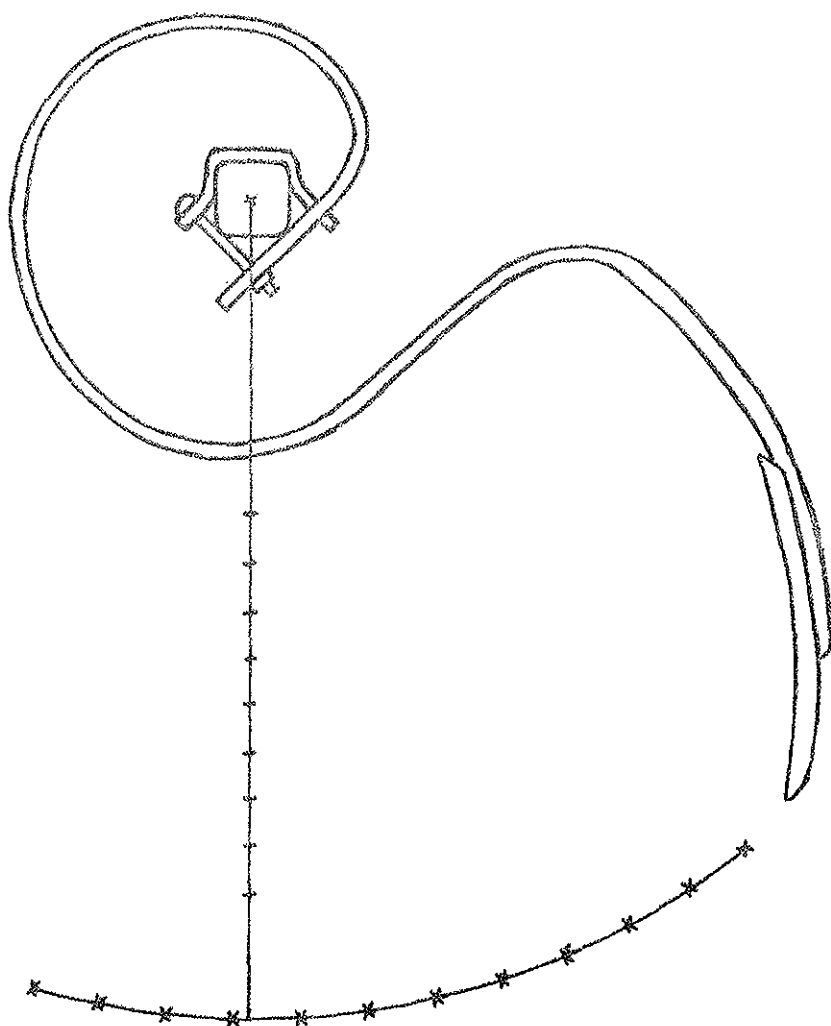


Fig .2 Försöksharvens inställningsmöjligheter.

Medens läge vid olika ramhöjder är avsatt på den lodräta axeln och pinnspetsens läge vid olika pinnvinklar är avsatt på cirkelbågen.

Skala 1:4



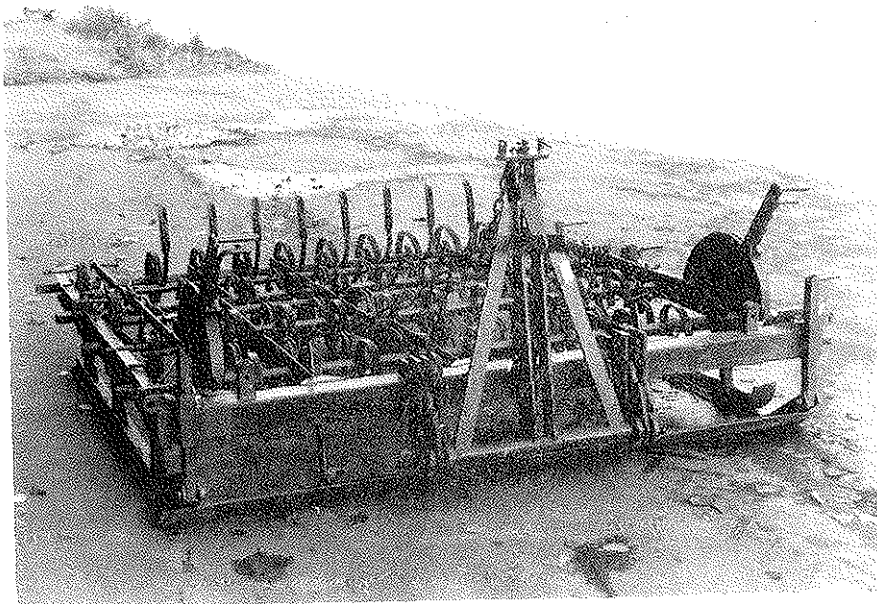


Bild 1. Försöksharven (bakersta pinnaxeln uppfälld)

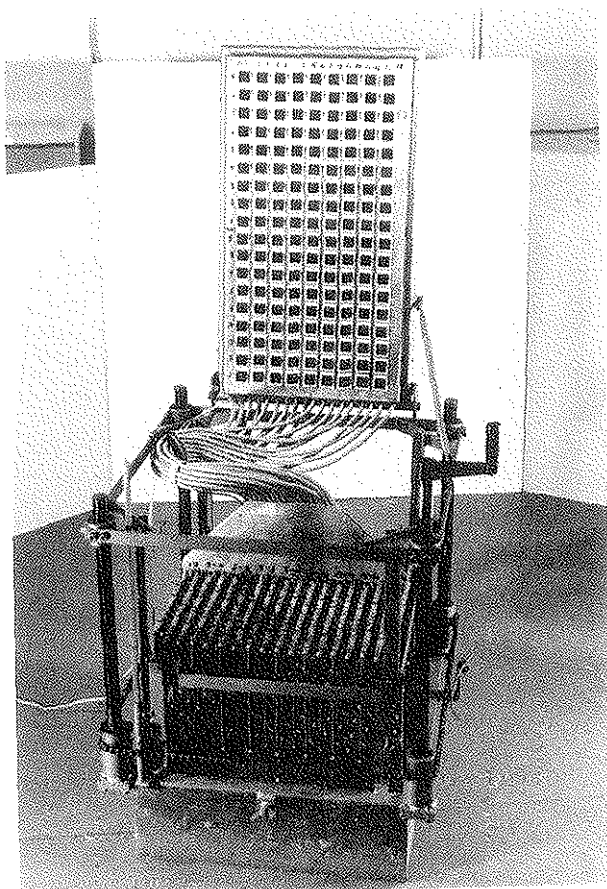
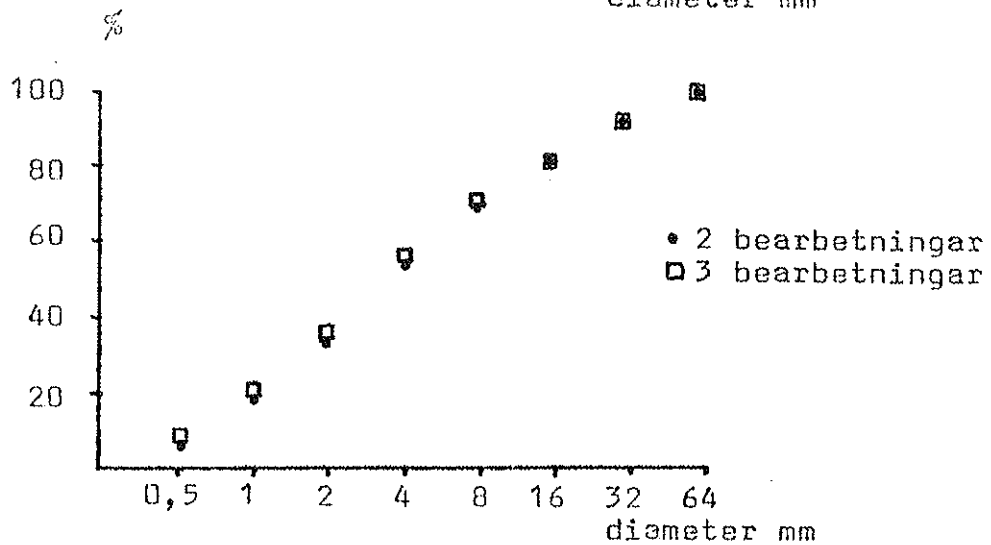
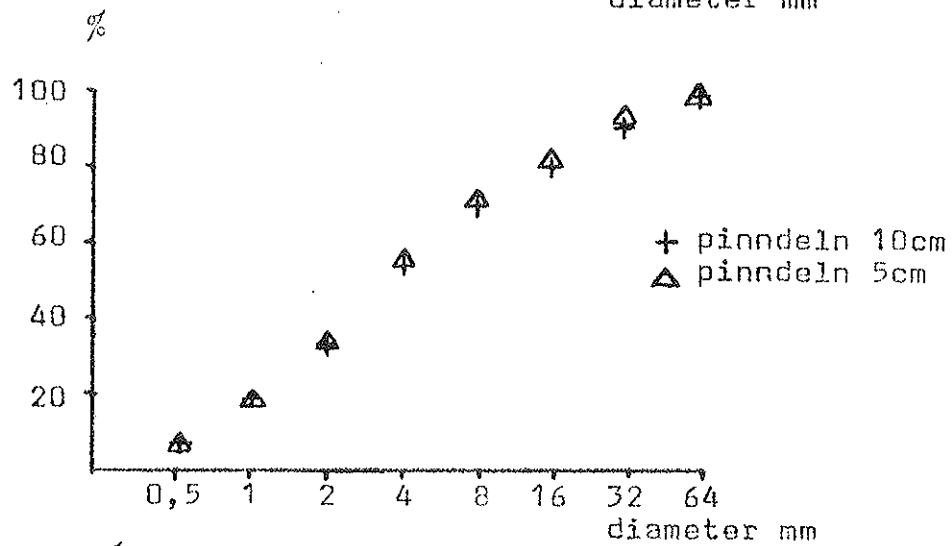
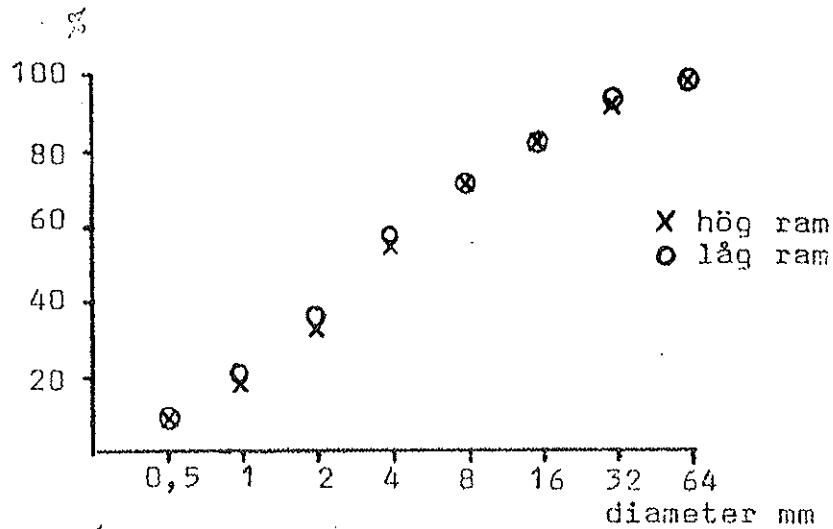


Bild 2. Apparat för bestämning av bearbetnings-
bottens ojämnhhet.

Diag 2.

Aggregatstorleksfördelning
summationsdiagram

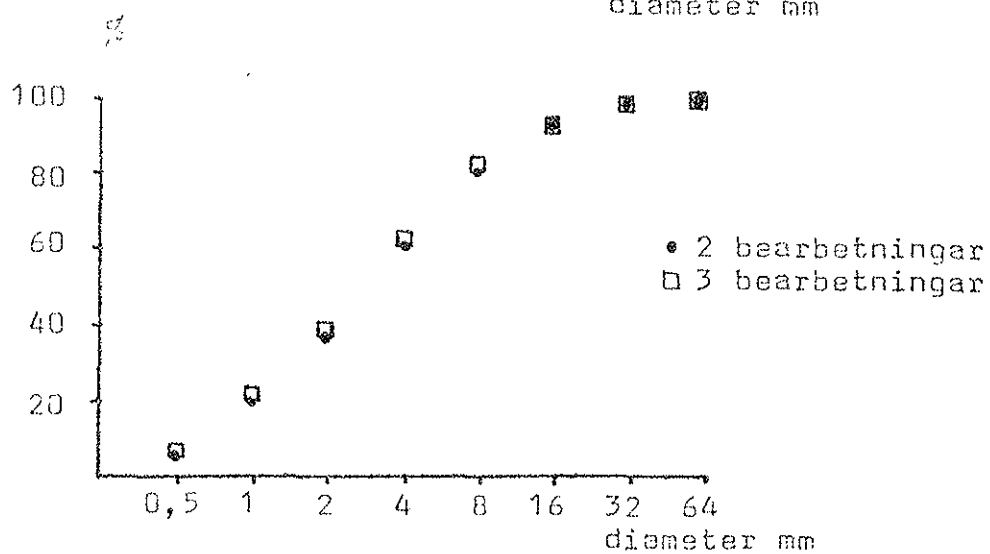
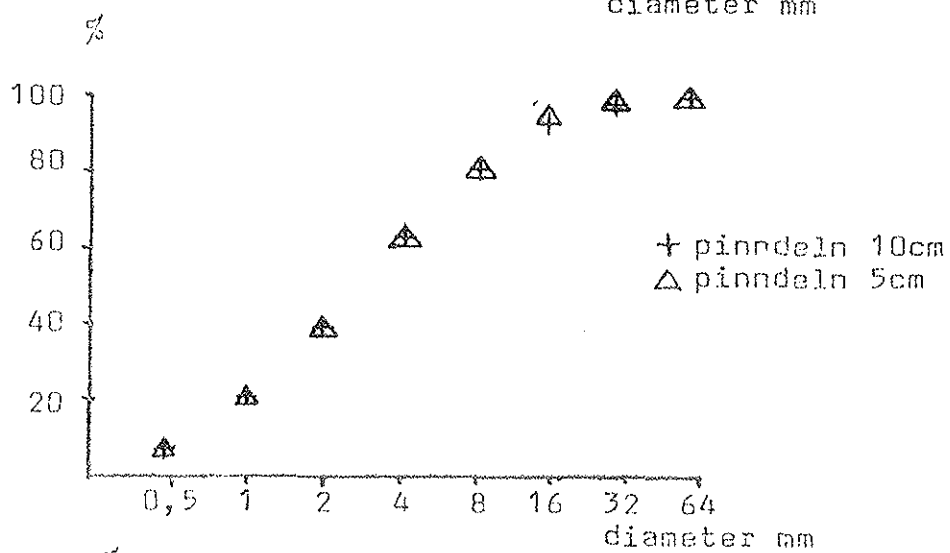
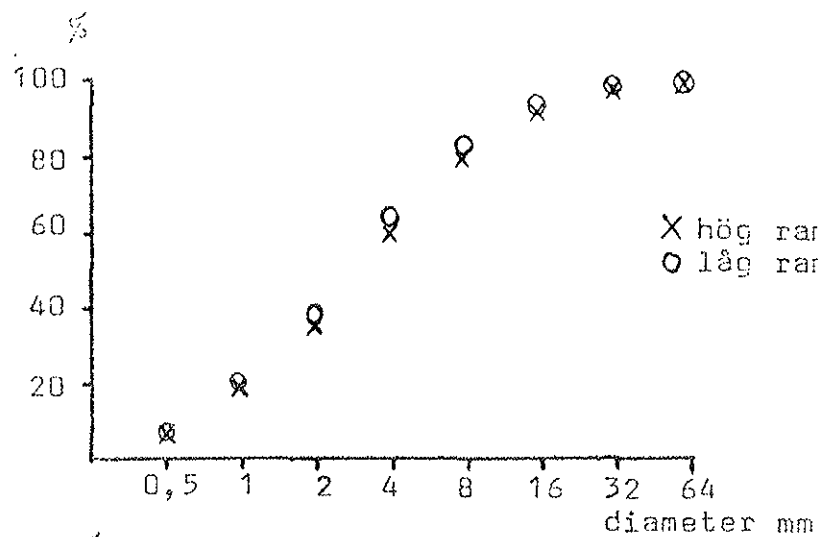
Försök 1 Säby



Diag 3.

Aggregatstorleksfördelning
summationsdiagram

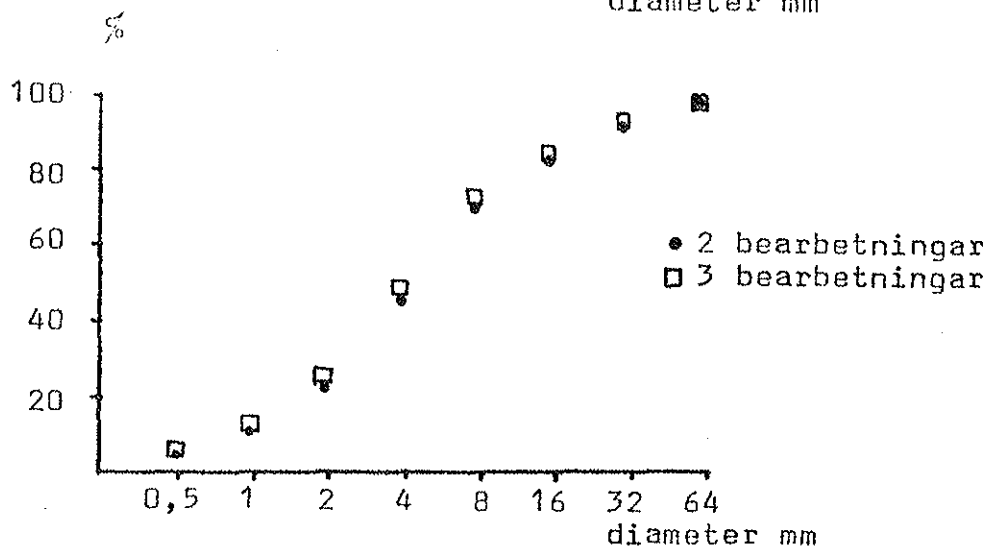
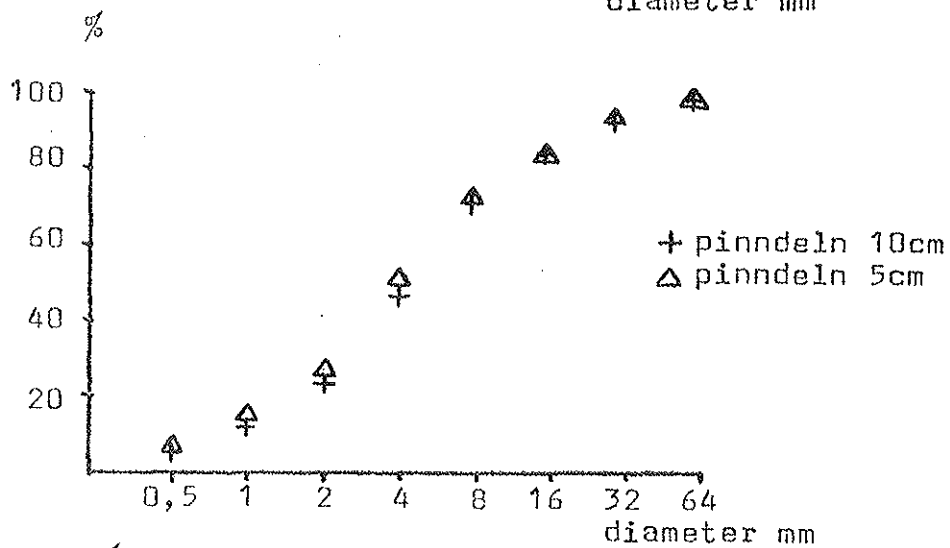
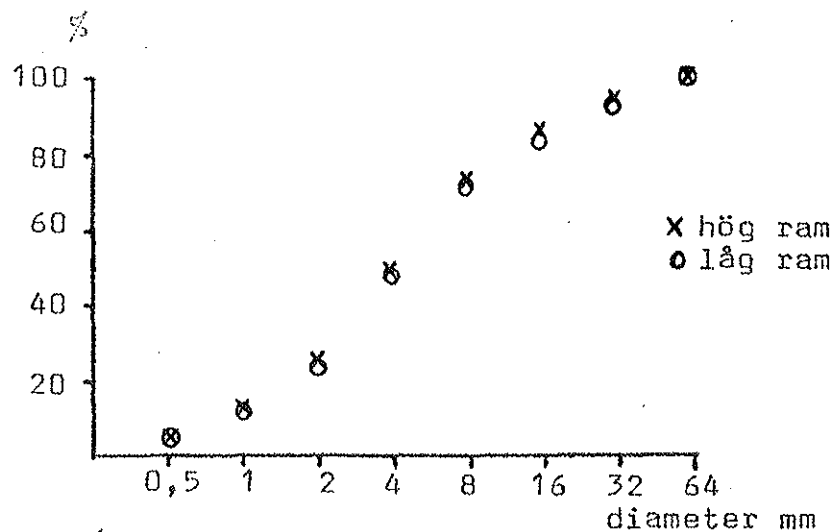
Försök 2 Kungsängen



Diag 4.

Försök 5 Ultuna

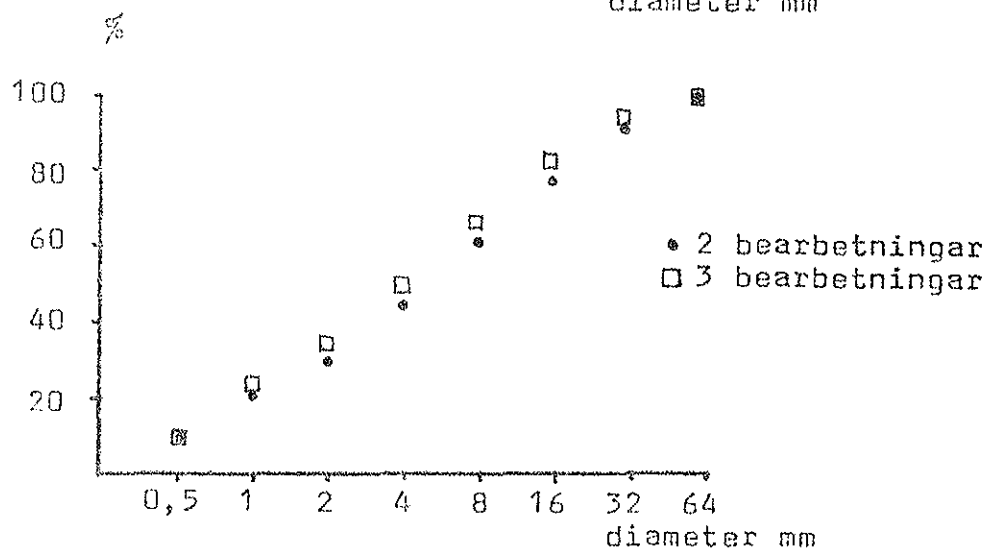
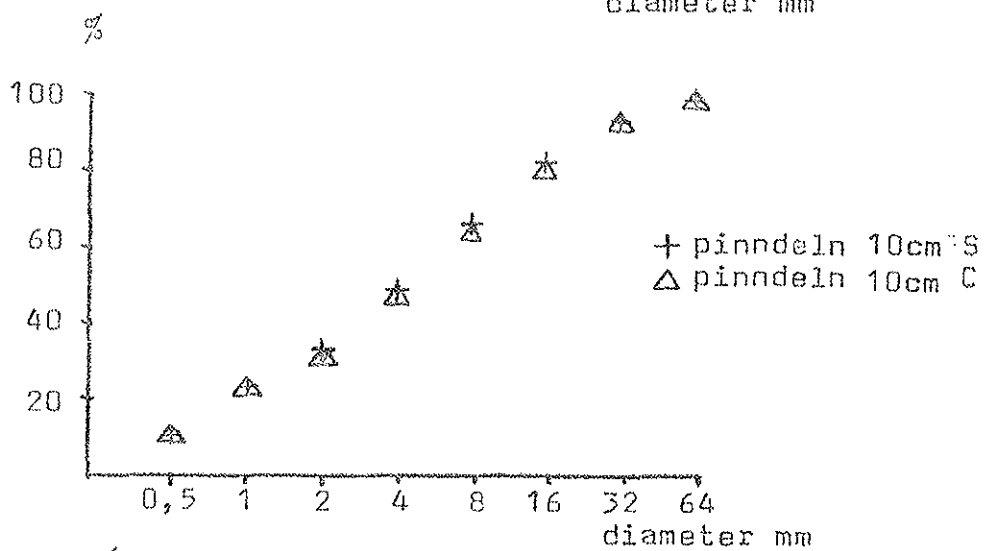
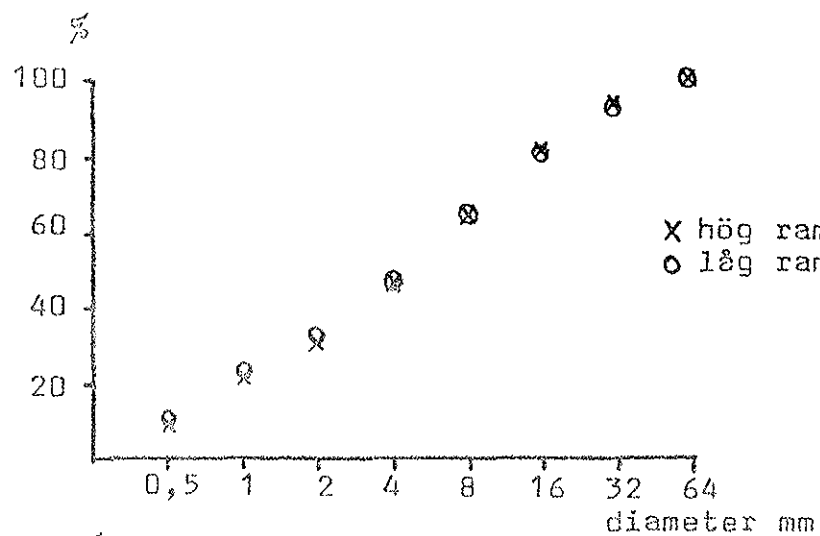
Aggregatstorleksfördelning
summationsdiagram



Diag 5.

Aggregatstorleksfördelning
summationsdiagram

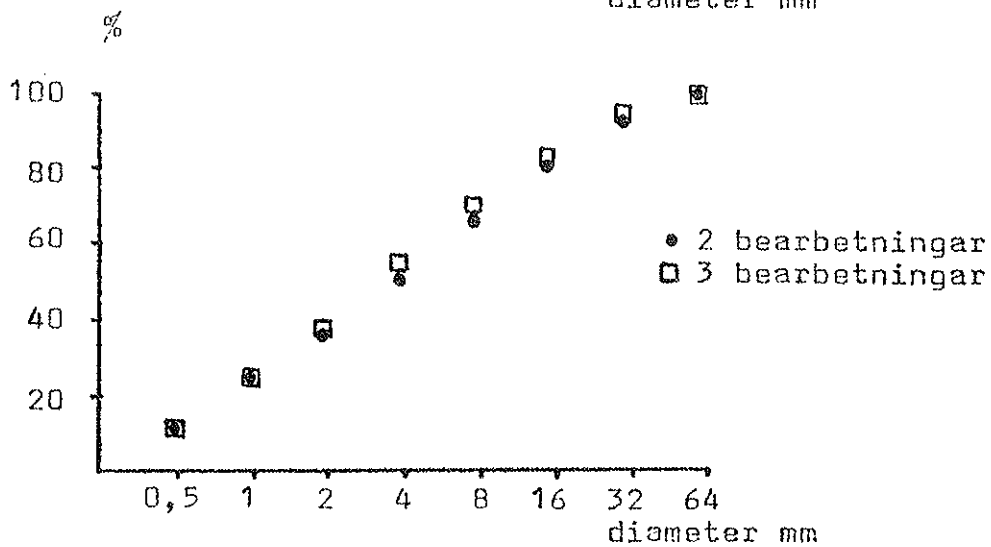
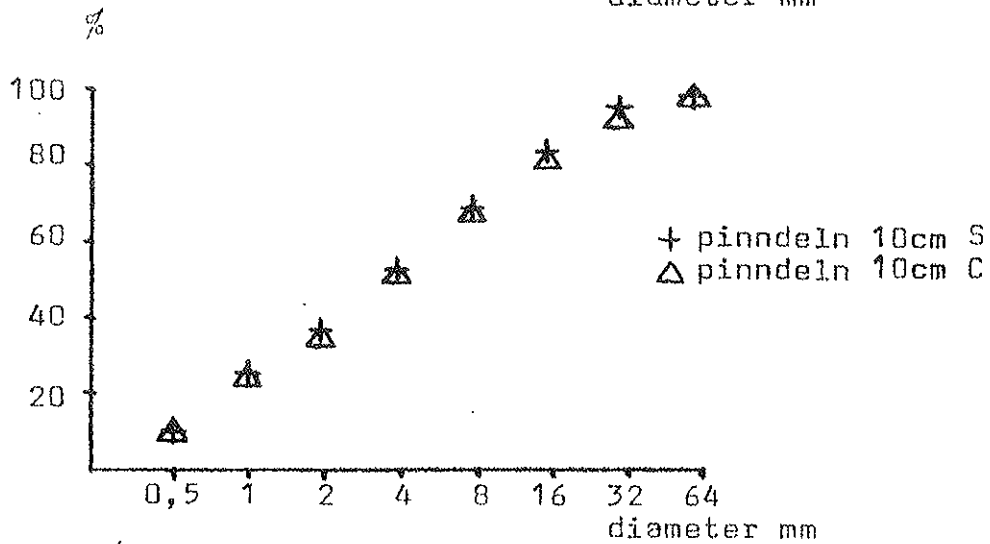
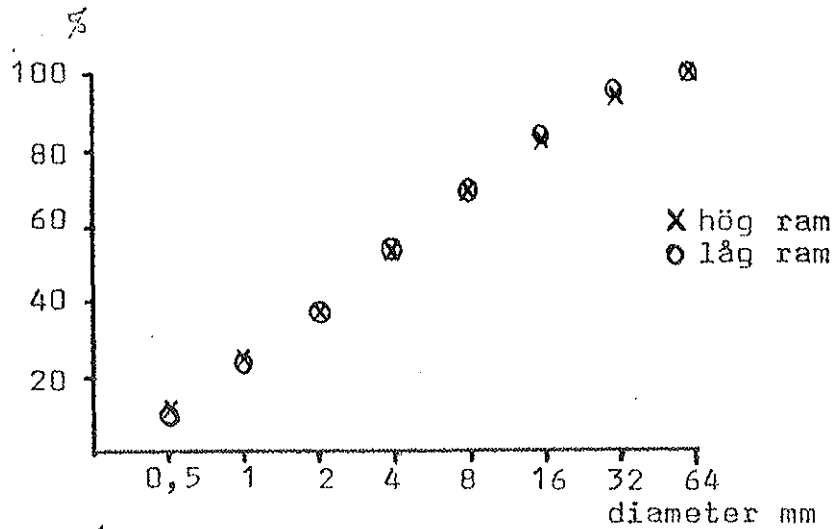
Försök 6 Offer



Diag. 6

Aggregatstorleksfördelning
summationsdiagram

Försök 7 Offer



RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

NR ÅR

- 52 1977 Arne Ljungars: Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43 s.
Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43 p.
- 53 1977 Inge Håkansson & József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. II. Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. 22s.
Model experiments into the function of the seedbed. II. Experiments with stratified and unstratified seedbeds. 22p.
- 54 1978 Ulf Olsson: Harvningens konstruktion och harvningens utförande - inverkan på bearbetningsresultatet. 28 s.
Influence of harrow construction and harrowing on the tillage result. 28 p.

Denna serie av stencilerade rapporter utges från Sveriges Lantbruksuniversitets institution för markvetenskap, avdelningen för jordbearbetning. Serien utkommer i fri följd och innehåller material, som inte alls eller först i ett senare sammanhang ges ut i tryck. Som exempel kan nämnas preliminära undersökningsresultat och försökssammansättningar, primärmaterial och tabellbilagor till tryckta publikationer samt rapporter, meddelanden o.d., som av olika skäl vänder sig endast till en begränsad grupp av läsare. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Avdelningen för jordbearbetning, Sveriges Lantbruksuniversitet, 750 07 UPPSALA.

Vinjetten på första omslagssidan återger den s. k. Ultunaplogen, tillverkad på Ultuna slöjdverkstad omkring år 1850.